

# ELECTRIC ARC WELDING METHOD AND APPARATUS THEREOF

Publication number: JP2000288730

Publication date: 2000-10-17

Inventor: STAVA ELLIOTT K; HSU CHRISTOPHER; NICHOLSON PETER

Applicant: LINCOLN GLOBAL INC

Classification:

- International: B23K9/173; B23K9/02; B23K9/073; B23K9/095; B23K9/10; B23K9/127; B23K9/173; B23K9/02; B23K9/06; B23K9/095; B23K9/10; B23K9/127; (IPC1-7): B23K9/073; B23K9/073

- European: B23K9/02P; B23K9/073F; B23K9/10A3B; B23K9/127G4

Application number: JP20000079309 20000316

Priority number(s): US19990268329 19990316

Also published as:

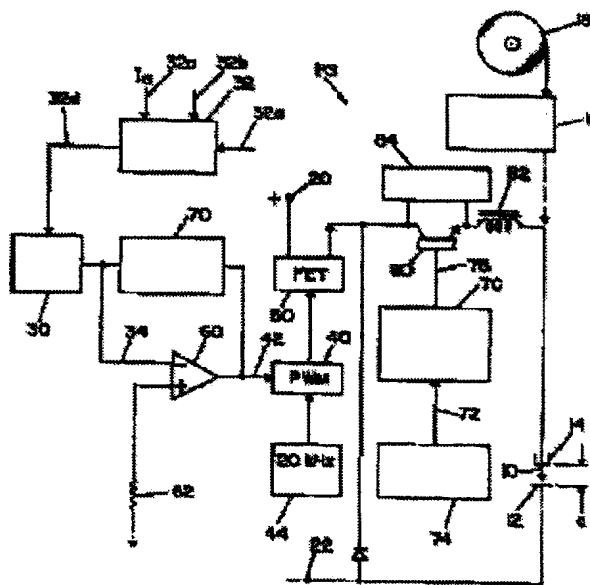
EP1036627 (A2)  
US6274845 (B1)  
US6160241 (A1)  
EP1036627 (A3)  
CN1680064 (A)

more >>

Report a data error here

## Abstract of JP2000288730

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce the variation of heating of an electrode corresponding to the variation of a gap of a welded material and to prevent the development of excessive paddle heat by passing a wire from a contacting holder toward a root, detecting an electrode extension between the welding holder and the welding paddle and adjusting the welding current with a control member as a function of the electrode extension. **SOLUTION:** A welding wire 10 is supported by a holder 14 and a working material 12 is welded. The welding current is supplied to the working material 12 through the welding wire 10 from a high frequency down-chopper change-over electric source PS. The distance between the holder 14 and the working material 12 is the length of the extension (a) of the wire 10. The wire extension (a) is measured with an extension measuring circuit using a short circuit welding process. The value (a) of the extension is inputted into the current circuit 32 and the welding current is controlled with the current circuit 32 to control the heat quantity generated in a root bead. Desirably, the wire 10 is a flux core wire and the working material 12 is the cylinder end of a pipe.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-288730

(P2000-288730A)

(43) 公開日 平成12年10月17日 (2000. 10. 17)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 2 3 K 9/073

識別記号

5 2 5

5 4 5

5 6 0

F I

B 2 3 K 9/073

テーマコード\* (参考)

5 2 5

5 4 5

5 6 0

審査請求 有 請求項の数150 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2000-79309 (P2000-79309)

(22) 出願日 平成12年3月16日 (2000. 3. 16)

(31) 優先権主張番号 2 6 8 3 2 9

(32) 優先日 平成11年3月16日 (1999. 3. 16)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 399011597

リンカーン グローバル インコーポレー  
テッド

アメリカ合衆国オハイオ州 44117-1199

クリーブランド セイント クレイア

アベニュー 22801

(72) 発明者 エリオット ケイ スタバ

アメリカ合衆国オハイオ州 44067 サガ

モア ヒルズ イートン ドライブ 8484

(74) 代理人 100071755

弁理士 斉藤 武彦 (外1名)

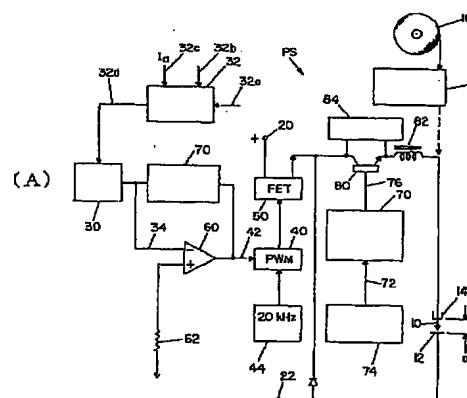
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気アーク溶接方法およびその装置

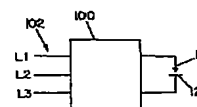
(57) 【要約】

【課題】 種々のスペースを有するギャップを確実に溶接することのできる、電気アーク溶接方法およびその溶接装置を提供する。

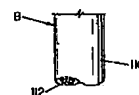
【解決手段】 2つの並列プレート間の開ルート内に接触ホルダーを介して溶接ワイヤを供給して、溶融金属を堆積させる電気アーク溶接であって、パドルの間に電極の突き出し長さを検知する回路と、検知された突き出し長さの関数として、溶接電流を調整する制御部材と、溶接ワイヤが出口からルートに向かって通るとき、溶接電流をワイヤに導く切換電源とを備えたので、種々のスペースを有するギャップであっても確実に溶接することができる。



(B)



(C)



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 2つの並列プレート間にあり、溶接パス内に伸び、ギャップを区切って離れた一般に平行な壁に終わる壁を収束させることによって形成される開ルート内の溶接パドルに前進する溶接ワイヤから溶融金属を堆積するための電気アーク溶接装置であって、該装置がワイヤ出口をもつ接触ホルダー、該ワイヤが出口からルートに向かって通るとき、溶接電流をワイヤに導く切換電源、接触ホルダーと溶接パドルの間の電極突き出しの長さを検知する回路、および該検知された突き出し長さの関数として溶接電流を調整するため制御部材をもつことを特徴とする上記電気アーク溶接装置。

【請求項2】 前記関数が逆関数である請求項1の装置。

【請求項3】 前記制御部材が実際の溶接電流を測定するためのデバイス、検知された突き出し長さに基づいて所定の溶接電流を決めるための部材、および実際の溶接電流を所定の溶接電流に調整するための部材からなる請求項2の装置。

【請求項4】 前記制御部材が実際の溶接電流を測定するためのデバイス、検知された突き出し長さに基づいて所定の溶接電流を決めるための部材、および実際の溶接電流を所定の溶接電流に調整するための部材からなる請求項1の装置。

【請求項5】 前記切換電源が連続する溶接サイクルにおいて溶接ワイヤを通り抜ける異なるレベルの溶接電流を発生させるための直流電源からなる短絡回路アーク溶接機であり、該溶接サイクルの各々が、エネルギーが印加されるパドルからワイヤ端上に溶融金属ボールを形成するワイヤへ間隔をあけられる間のアーク状態、および該溶融金属ボールがパドルに最初に接触し、次にネッキングによってワイヤからパドルへ溶滴移行し、次のアーク状態を始めるためワイヤから溶融金属ボールを離す間の短絡状態を含む請求項4の装置。

【請求項6】 前記切換電源が連続する溶接サイクルにおいて溶接ワイヤを通り抜ける異なるレベルの溶接電流を発生させるための直流電源からなる短絡回路アーク溶接機であり、該溶接サイクルの各々が、エネルギーが印加されるパドルからワイヤ端上に溶融金属ボールを形成するワイヤへ間隔をあけられる間のアーク状態、および該溶融金属ボールがパドルに最初に接触し、次にネッキングによってワイヤからパドルへ溶滴移行し、次のアーク状態を始めるためワイヤから溶融ボールを離す間の短絡状態を含む請求項2の装置。

【請求項7】 前記切換電源が連続する溶接サイクルにおいて溶接ワイヤを通り抜ける異なるレベルの溶接電流を発生させるための直流電源からなる短絡回路アーク溶接機であり、該溶接サイクルの各々が、エネルギーが印加されるパドルからワイヤ端上に溶融表面ボールを形成するワイヤへ間隔をあけられる間のアーク状態、および

2

該溶融金属ボールがパドルに最初に接触し、次にネッキングによってワイヤからパドルへ溶滴移行し、次のアーク状態を始めるためワイヤから溶融ボールを離す間の短絡状態を含む請求項1の装置。

【請求項8】 前記ワイヤがフラックス・コアワイヤである請求項7の装置。

【請求項9】 前記ワイヤがフラックス・コアワイヤである請求項2の装置。

【請求項10】 前記ワイヤがフラックス・コアワイヤである請求項1の装置。

【請求項11】 前記突き出し長さ検知回路が、短絡回路条件の間、正確な時刻に、短時間ホルダーとパドルにかかる電圧レベルを測定するためのサンプリング部材、および該測定された電圧レベルを使って突き出し長さを表す突き出し信号を発生させる部材からなる請求項7の装置。

【請求項12】 前記突き出し信号を、突き出し長さにおけるワイヤの抵抗に比例する抵抗信号に変換する部材を含む請求項11の装置。

【請求項13】 前記抵抗信号によって切換電源を制御するための部材を有する請求項12の装置。

【請求項14】 前記突き出し信号によって切換電源を制御するための部材を有する請求項11の装置。

【請求項15】 前記突き出し長さ検知回路が、短絡回路条件の間、正確な時刻に、短時間ホルダーとパドルにかかる電圧レベルを測定するためのサンプリング部材、および該測定された電圧レベルを使って突き出し長さを表す突き出し信号を発生させる部材からなる請求項6の装置。

【請求項16】 前記突き出し信号を、突き出し長さにおけるワイヤの抵抗に比例する抵抗信号に変換する部材を含む請求項15の装置。

【請求項17】 抵抗信号によって切換電源を制御するための部材を有する請求項16の装置。

【請求項18】 突き出し信号によって切換電源を制御するための部材を有する請求項15の装置。

【請求項19】 前記突き出し長さ検知回路が、短絡回路条件の間、正確な時刻に、短時間ホルダーとパドルにかかる電圧レベルを測定するためのサンプリング部材、および該測定された電圧レベルを使って突き出し長さを表す突き出し信号を発生させる部材からなる請求項5の装置。

【請求項20】 前記突き出し信号を、突き出し長さにおけるワイヤの抵抗に比例する抵抗信号に変換する部材を含む請求項19の装置。

【請求項21】 抵抗信号によって切換電源を制御するための部材を有する請求項20の装置。

【請求項22】 突き出し信号によって切換電源を制御するための部材を有する請求項19の装置。

【請求項23】 短絡回路アーク溶接機がS T T溶接機

50

(3)

3

である請求項5の装置。

【請求項24】 短絡回路アーク溶接機がS T T溶接機である請求項8の装置。

【請求項25】 短絡回路アーク溶接機がS T T溶接機である請求項7の装置。

【請求項26】 短絡回路アーク溶接機がS T T溶接機である請求項6の装置。

【請求項27】 プレートがパイプ部の円筒端である請求項2の装置。

【請求項28】 プレートがパイプ部の円筒端である請求項1の装置。

【請求項29】 ワイヤがフラックス・コアワイヤである請求項28の装置。

【請求項30】 ワイヤがフラックス・コアワイヤである請求項27の装置。

【請求項31】 短絡回路アーク溶接機がS T T溶接機である請求項27の装置。

【請求項32】 短絡回路アーク溶接機がS T T溶接機である請求項28の装置。

【請求項33】 短絡回路アーク溶接機がインバータである請求項5の装置。

【請求項34】 短絡回路アーク溶接機がインバータである請求項8の装置。

【請求項35】 短絡回路アーク溶接機がインバータである請求項7の装置。

【請求項36】 短絡回路アーク溶接機がインバータである請求項6の装置。

【請求項37】 切換電源がインバータである請求項3の装置。

【請求項38】 切換電源がインバータである請求項2の装置。

【請求項39】 切換電源がインバータである請求項1の装置。

【請求項40】 検知回路がソフトウェア・アルゴリズムである請求項39の装置。

【請求項41】 検知回路がソフトウェア・アルゴリズムである請求項28の装置。

【請求項42】 検知回路がソフトウェア・アルゴリズムである請求項10の装置。

【請求項43】 検知回路がソフトウェア・アルゴリズムである請求項7の装置。

【請求項44】 検知回路がソフトウェア・アルゴリズムである請求項4の装置。

【請求項45】 検知回路がソフトウェア・アルゴリズムである請求項2の装置。

【請求項46】 検知回路がソフトウェア・アルゴリズムである請求項1の装置。

【請求項47】 2つの並列プレートの間にあり、溶接パス内に伸び、ギャップを区切って離れた一般に平行な壁に終わる壁を収束させることによって形成される開

4

ート内の溶接パドルに前進する溶接ワイヤから熔融金属を堆積するに際し、

(a) ワイヤがルートに向かって進むとき溶接電流をワイヤに導き、

(b) 該ワイヤの突き出し長さを検知し、

(c) 該突き出し長さの関数として溶接電流を調整することを特徴とする方法。

【請求項48】 前記検知がソフトウェア・アルゴリズムによるものである請求項47の方法。

【請求項49】 前記関数が逆関数である請求項47の方法。

【請求項50】 前記電流調整が

(d) 実際の溶接電流を測定し、

(e) 前記検知された突き出し長さに基づいて所定の溶接電流を決定し、および

(f) 該所定の溶接電流に対して実際の溶接電流を調整することからなる請求項49の方法。

【請求項51】 前記溶接電流を導く操作が、溶接サイクルの各々が、エネルギーが印加されるパドルからワイヤ端上に熔融金属ボールを形成するワイヤへ間隔をあけられる間のアーク状態、および該熔融金属ボールがパドルに最初に接触し、次にネッキングによってワイヤからパドルへ移し、次のアーク状態を始めるためワイヤから熔融ボールを離す間の短絡状態を含む、連続する溶接サイクルにおいて溶接ワイヤに印加される異なるレベルの溶接電流を発生させるための直流電源からなる短絡回路アーク溶接機によって達成される請求項47の方法。

【請求項52】 前記溶接電流を導くことが、溶接サイクルの各々が、エネルギーが印加されるパドルからワイヤ端上に熔融金属ボールを形成するワイヤへ間隔をあけられる間のアーク状態、および該熔融金属ボールがパドルに最初に接触し、次にネッキングによってワイヤからパドルへ移し、次のアーク状態を始めるためワイヤから熔融ボールを離す間の短絡状態を含む、連続する溶接サイクルにおいて溶接ワイヤを通り抜ける異なるレベルの溶接電流を発生させるための直流電源からなる短絡回路アーク溶接機によって達成される請求項49の方法。

【請求項53】 前記溶接電流を導くことが、溶接サイクルの各々が、エネルギーが印加されるパドルからワイヤ端上に熔融金属ボールを形成するワイヤへ間隔をあけられる間のアーク状態、および該熔融金属ボールがパドルに最初に接触し、次にネッキングによってワイヤからパドルへ移し、次のアーク状態を始めるためワイヤから熔融金属ボールを離す間の短絡状態を含む、連続する溶接サイクルにおいて溶接ワイヤを通り抜ける異なるレベルの溶接電流を発生させるための直流電源からなる短絡回路アーク溶接機によって達成される請求項50の方法。

【請求項54】 前記ワイヤがフラックス・コアワイヤである請求項47の方法。

50

(4)

5

【請求項55】 前記ワイヤがフラックス・コアワイヤである請求項49の方法。

【請求項56】 前記ワイヤがフラックス・コアワイヤである請求項50の方法。

【請求項57】 前記突き出し長さ検出操作が、短絡回路条件の間、正確な時刻に、短時間ホルダーとパドルにかかる電圧レベルを測定するためのサンプリング、および突き出し長さを表す突き出し信号を発生させるため該測定された電圧レベルを使用することを含む請求項51の方法。

【請求項58】 突き出し信号を、突き出し長さにおけるワイヤの抵抗に比例する抵抗信号に変換することを含む請求項57の方法。

【請求項59】 検知がソフトウェア・アルゴリズムによるものである請求項49の方法。

【請求項60】 検知がソフトウェア・アルゴリズムによるものである請求項51の方法。

【請求項61】 検知がソフトウェア・アルゴリズムによるものである請求項54の方法。

【請求項62】 2つの並列のプレート間にあり、溶接パス内に伸び、収束する壁によって形成された接合部内の溶接パドルに進む溶接ワイヤから熔融金属を堆積するための電気アーク溶接装置であって、ワイヤ出口をもつ接触ホルダー、ワイヤが該出口から接合部に向かって進むとき、該ワイヤに溶接電流を導く切換電源、接触ホルダーと溶接パドル間の電極突き出しの長さを検知するための回路、および該検知された突き出し長さがある与えられた値を超えるとき溶接電流を減らすための部材からなることを特徴とする上記装置。

【請求項63】 前記切換電源がインバータである請求項62の装置。

【請求項64】 検知回路がソフトウェア・アルゴリズムである請求項63の装置。

【請求項65】 検知回路がソフトウェア・アルゴリズムである請求項62の装置。

【請求項66】 2つの並列のプレート間にあり、溶接パス内に伸び、収束する壁によって形成された接合部内の溶接パドルに進む溶接ワイヤから熔融金属を堆積するための電気アーク溶接装置であって、ワイヤ出口をもつ接触ホルダー、ワイヤが該出口から接合部に向かって進むとき、該ワイヤに溶接電流を導く切換電源、接触ホルダーと溶接パドル間の電極突き出しの長さを検知するための回路、および該検知された突き出し長さがある与えられた値を超えるとき溶接電流を増やすための部材からなることを特徴とする上記装置。

【請求項67】 切換電源がインバータである請求項66の装置。

【請求項68】 2つの並列のプレート間にあり、溶接パス内に伸び、収束する壁によって形成された接合部内の溶接パドルに進む溶接ワイヤから熔融金属を堆積す

6

るための電気アーク溶接装置であって、ワイヤ出口をもつ接触ホルダー、ワイヤが該出口から接合部に向かって進むとき、該ワイヤに溶接電流を導く切換電源、接触ホルダーと溶接パドル間の電極突き出しの長さを検知するための回路、接合部を横切るある方向にワイヤを動かすための溶接ヘッド、検知された突き出し長さが接合部の端である与えられた値まで減らされるとき溶接ヘッドおよび該ワイヤの方向を逆転させるための部材、および該動かしステップを交互に逆方向にくり返す部材からなりそれにより曲がりくねったパターンでワイヤが溶接パスを追う業にしたことを特徴とする上記方法。

【請求項69】 切換電源がインバータである請求項68の装置。

【請求項70】 2つの並列プレート間にあり、溶接パス内に伸び、ギャップを区切って離れた一般に平行な壁に終わる壁を収束させることによって形成される開ルート内の溶接パドルに前進する溶接ワイヤから熔融金属を堆積するための方法において、

(a) ワイヤが出口から接合部に向かって進むとき溶接電流を該ワイヤに導き、

(b) 該ワイヤの突き出し長さを検知し、および

(c) 該検知された突き出し長さがある与えられた値を超えるとき、溶接電流を減らすことからなることを特徴とする上記方法。

【請求項71】 前記導くことが切換電源によって行われる請求項70の方法。

【請求項72】 2つの並列プレート間にあり、溶接パス内に伸び、ギャップを区切って離れた一般に平行な壁に終わる壁を収束させることによって形成される開ルート内の溶接パドルに前進する溶接ワイヤから熔融金属を堆積するための方法において、

(a) ワイヤが出口から接合部に向かって進むとき溶接電流を該ワイヤに導き、

(b) 該ワイヤの突き出し長さを検知し、および

(c) 該検知された突き出し長さがある与えられた値よりも小さいとき、溶接電流を増やすことからなることを特徴とする上記方法。

【請求項73】 前記導くことが切換電源によって行われる請求項72の方法。

【請求項74】 2つの並列プレート間にあり、溶接パス内に伸び、ギャップを区切って離れた一般に平行な壁に終わる壁を収束させることによって形成される開ルート内の溶接パドルに前進する溶接ワイヤから熔融金属を堆積するための方法において、

(a) ワイヤが出口から接合部に向かって進むとき溶接電流を該ワイヤに導き、

(b) 該ワイヤの突き出し長さを検知し、

(c) 該ワイヤを接合部を横切るある与えられた方向に動かし、

(d) 検知された突き出し長さが接合部の端である与え

(5)

7

られた値に減らされるとき、ワイヤの方向を逆転し、および、

(e) 該動かしを交互に逆方向にくり返すことにより、曲がりくねったパターンでワイヤが溶接パスを追うことからなることを特徴とする上記方法。

【請求項75】 前記導くことが切換電源によって行われる請求項74の方法。

【請求項76】 2つの並列プレート間にあり、溶接パス内に伸び、ギャップを区切って離れた一般に平行な壁に終わる壁を収束させることによって形成される開ルート内の溶接パドルに前進する溶接ワイヤから熔融金属を堆積するための電気アーク溶接装置であって、ワイヤ出口をもつ接触ホルダー、該接触ホルダーと溶接パドルの間でワイヤが電極突き出しを区切り、一連の溶接サイクルにおいて溶接ワイヤを通り抜ける溶接電流を異なるレベルで発生するための短絡回路アーク溶接機、該溶接サイクルの各々が、エネルギーが印加されるパドルからワイヤ端上に熔融金属ボールを形成するワイヤへ間隔をあげられる間のアーク状態、および該熔融金属ボールがパドルに最初に接触し、次にネッキングによってワイヤからパドルへ移し、次のアーク状態を始めるためワイヤから熔融ボールを離す間の短絡状態を含み、該溶接サイクルの周波数を検知するための部材、および該検知された周波数がある与えられた値近くに維持するため、溶接電流を調整するための手段からなることを特徴とする上記方法。

【請求項77】 前記ワイヤがフラックス・コアワイヤである請求項76の装置。

【請求項78】 短絡回路アーク溶接機がSTT溶接機である請求項77の装置。

【請求項79】 溶接機が約18KHzよりも大きな周波数で操作される請求項78の装置。

【請求項80】 短絡回路アーク溶接機がSTT溶接機である請求項76の装置。

【請求項81】 溶接機が約18KHzよりも大きな周波数で操作される請求項80の装置。

【請求項82】 短絡回路アーク溶接機がインバータである請求項80の装置。

【請求項83】 溶接機が約18KHzよりも大きな周波数で操作される請求項82の装置。

【請求項84】 短絡回路アーク溶接機がインバータである請求項76の装置。

【請求項85】 溶接機が約18KHzよりも大きな周波数で操作される請求項84の装置。

【請求項86】 溶接機が約18KHzよりも大きな周波数で操作される請求項76の装置。

【請求項87】 2つの並列なプレート間にあり、ギャップを区切って離れた一般に平行な壁に終わる壁を収束させることによって形成される開ルート内の溶接パドルに前進する溶接ワイヤから熔融金属を堆積するための

8

電気アーク溶接装置であって、ワイヤの突き出し長さに比例する突き出し信号を発生するための回路、および該突き出し信号に対し逆の関係でパドル内の熱を調整するデバイスを含むことを特徴とする上記装置。

【請求項88】 突き出し信号が突き出し長さに比例する電圧である請求項87の装置。

【請求項89】 突き出し信号が突き出し抵抗に比例する電圧である請求項87の装置。

【請求項90】 ワイヤがフラックス・コアワイヤである請求項87の装置。

【請求項91】 ワイヤが接合部に向かって進むとき、該ワイヤを溶かすための切換電源を含み、該切換電源が約18KHzよりも大きな周波数で操作される請求項87の装置。

【請求項92】 2つの並列なプレート間にあり、収束する側壁によって形成された接合部内の溶接パドルにワイヤから熔融金属を堆積するための電気アーク溶接装置であって、各側壁で逆転する方向をもつ一般に曲がりくねったパターンでワイヤを接合部を横切るように動かすための部材、ワイヤの突き出しに比例する突き出し信号を発生させるための測定回路、および該検知された突き出しがある与えられた低い値に達したときワイヤの方向を逆転させるためのデバイスを含むことを特徴とする上記装置。

【請求項93】 前記検知された突き出しがある与えられた高い値よりも大きいとき、ワイヤを通る溶接電流を減らすための部材を含む請求項92の装置。

【請求項94】 検知された突き出しがある与えられた値よりも小さいとき、ワイヤを通る溶接電流を増やす部材を含む請求項92の装置。

【請求項95】 突き出し信号が突き出し長さに比例する電圧である請求項92の装置。

【請求項96】 ワイヤの突き出し長さに比例する突き出し信号を発生させるための制御回路、および突き出し信号に従って溶接機の出力を制御するための部材を含む、前進するワイヤから溶接パドルに熔融金属を堆積させるための電気アーク溶接機。

【請求項97】 前記制御回路がソフトウェア・アルゴリズムである請求項96の溶接機。

【請求項98】 突き出し信号が突き出し長さに比例した電圧である請求項96の溶接機。

【請求項99】 突き出し信号が突き出し抵抗に比例した電圧である請求項96の溶接機。

【請求項100】 プレートが2つのパイプ部の端部である請求項92の装置。

【請求項101】 プレートが2つのパイプ部の端部である請求項87の装置。

【請求項102】 2つの並列なプレート間にあり、ギャップを区切って離れた一般に平行な壁に終わる収束する壁によって形成された開ルート接合部内の溶接パドル

(6)

9

ルに前進するワイヤから溶融金属を堆積するための方法において、

(a) ワイヤの突き出し長さに比例した突き出し信号を発生させ、そして (b) 該突き出し信号に逆比例して熱を調整することからなる上記方法。

【請求項103】 突き出し信号が突き出し長さに比例した電圧である請求項102の方法。

【請求項104】 突き出し信号が突き出し抵抗に比例した電圧である請求項102の方法。

【請求項105】 ワイヤがフラックス・コアワイヤである請求項102の方法。

【請求項106】 ワイヤが約18KHzよりも大きな周波数で操作される切換電源からの電流によって溶かされる請求項102の方法。

【請求項107】 切換電源がインバータである請求項106の方法。

【請求項108】 2つの並列なプレート間にあり、収束する側壁によって形成された接合部内の溶接パドルに前進するワイヤから溶融金属を堆積するための方法において、

(a) 各側壁で逆転する方向をもつ一般に曲がりくねったパターンで接合部を横切るように前進するワイヤを動かし、

(b) 該ワイヤの突き出しに比例した突き出し信号を発生させ、および

(c) 検知された突き出しがある与えられた低い値に達したとき、該ワイヤの方向を逆転することからなる上記方法。

【請求項109】 検知された突き出しがある与えられた高い値よりも大きいとき、ワイヤを通る溶接電流を減らすことを含む請求項108の方法。

【請求項110】 検知された突き出しがある与えられた値よりも小さいとき、ワイヤを通る溶接電流を増やすことを含む請求項109の方法。

【請求項111】 検知された突き出し信号がある与えられた値よりも小さいとき、ワイヤを通る溶接電流を増やすことを含む請求項108の方法。

【請求項112】 (a) 切換電源によってワイヤを溶かし、

(b) 該ワイヤの突き出し長さに比例した突き出し信号を発生させ、および

(c) 該突き出し信号に従って電源の出力を制御することからなる、  
前進するワイヤから溶接パドルに溶融金属を堆積するための方法。

【請求項113】 突き出し信号が突き出し抵抗に比例した電圧である請求項112の方法。

【請求項114】 2つの並列なプレート間にあり、溶接パス内に伸び、収束する壁によって形成された溶接部内の溶接パドルに前進するワイヤから溶融金属を堆積

10

するための電気アーク溶接装置であって、ワイヤ出口をもつ接触ホルダー、出口から接合部に向かってワイヤが通るとき、該ワイヤに溶接電流を導く切換電源、接触ホルダーと溶接パドルの間で前進するワイヤが電極突き出しを区切り、該突き出し長さを検知するための回路、および該検知された突き出し長さの関数として溶接電流を調整するための制御部材からなる上記方法。

【請求項115】 前記関数が逆関数である請求項114の装置。

【請求項116】 制御部材が実際の溶接電流を測定するためのデバイス、検知された突き出し長さに基づいて所定の溶接電流を決めるための部材と、および実際の溶接電流を所定の溶接電流に調整するための部材とからなる請求項114の装置。

【請求項117】 前記切換電源が連続する溶接サイクルにおいて溶接ワイヤを通り抜ける異なるレベルの溶接電流を発生させるための直流電源からなる短絡回路アーク溶接機であり、該溶接サイクルの各々が、エネルギーが印加されるパドルからワイヤ端上に溶融金属ボールを形成するワイヤへ間隔をあけられる間のアーク状態、および該溶融金属ボールがパドルに最初に接触し、次にネッキングによってワイヤからパドルへ溶滴移行し、次のアーク状態を始めるためワイヤから溶融金属ボールを離す間の短絡状態を含む請求項114の装置。

【請求項118】 ワイヤがフラックス・コアワイヤである請求項114の装置。

【請求項119】 前記突き出し長さ検知回路が、短絡回路条件の間、正確な時刻に、短時間ホルダーとパドルにかかる電圧レベルを測定するためのサンプリング部材、および該測定された電圧レベルを使って突き出し長さを表す突き出し信号を発生させる部材からなる請求項116の装置。

【請求項120】 前記突き出し信号を、突き出し長さにおけるワイヤの抵抗に比例する抵抗信号に変換する部材を含む請求項119の装置。

【請求項121】 前記抵抗信号によって切換電源を制御するための部材を有する請求項120の装置。

【請求項122】 前記突き出し信号によって切換電源を制御するための部材を有する請求項119の装置。

【請求項123】 短絡回路アーク溶接機がSTT溶接機である請求項118の装置。

【請求項124】 短絡回路アーク溶接機がインバータである請求項118の装置。

【請求項125】 切換電源がインバータである請求項115の装置。

【請求項126】 切換電源がインバータである請求項114の装置。

【請求項127】 2つの並列なプレート間にあり、溶接パス内に伸び、収束する壁によって形成された接合部内の溶接パドルに前進する溶接ワイヤから溶融金属を堆

50

(7)

11

積するための方法において、

(a) ワイヤが接合部に向かって進むとき溶接電流をワイヤに導き、

(b) 該ワイヤの突き出し長さを検知し、

(c) 該突き出し長さの関数として溶接電流を調整することからなる上記方法。

【請求項128】 前記関数が逆関数である請求項127の方法。

【請求項129】 溶接パドルに前進する溶接ワイヤからの熔融金属を堆積させるための電気アーク溶接装置であって、ワイヤ出口をもつ接触ホルダー、該接触ホルダーと溶接パドルの間でワイヤが電極突き出しを区切り、一連の溶接サイクルにおいて溶接ワイヤを通り抜ける溶接電流を異なるレベルで発生するための短絡回路アーク溶接機、

該溶接サイクルの各々が、エネルギーが印加されるパドルからワイヤ端上に熔融金属ボールを形成するワイヤへ間隔をあけられる間のアーク状態、および該熔融金属ボールがパドルに最初に接触し、次にネッキングによってワイヤからパドルへ移し、次のアーク状態を始めるためワイヤから熔融金属ボールを離す間の短絡状態を含み、該溶接サイクルの短絡回路状態の間、突き出しを変化させるための部材、およびパドルの熱を制御するため検知された突き出しに応じて溶接電流を調整するための部材からなることを特徴とする電気アーク溶接装置。

【請求項130】 前記ワイヤがフラックス・コアワイヤである請求項129の装置。

【請求項131】 短絡回路アーク溶接機がSTT溶接機である請求項130の装置。

【請求項132】 溶接機が約18KHzよりも大きな周波数で操作される請求項129の装置。

【請求項133】 短絡回路アーク溶接機がSTT溶接機である請求項129の装置。

【請求項134】 溶接機が約18KHzよりも大きな周波数で操作される請求項133の装置。

【請求項135】 短絡回路アーク溶接機がインバータである請求項133の装置。

【請求項136】 溶接機が約18KHzよりも大きな周波数で操作される請求項135の装置。

【請求項137】 短絡回路アーク溶接機がインバータである請求項129の装置。

【請求項138】 溶接機が約18KHzよりも大きな周波数で操作される請求項137の装置。

【請求項139】 溶接機が約18KHzよりも大きな周波数で操作される請求項129の装置。

【請求項140】 ワイヤの突き出し長さに比例する突き出し信号を発生するための回路、および該突き出し信号に関連してパドル内の熱を調整するデバイスを含む、溶接パドルに前進する溶接ワイヤから熔融金属を堆積させるための電気アーク溶接装置。

12

【請求項141】 前記回路がソフトウェア・アルゴリズムである請求項140の装置。

【請求項142】 突き出し信号が突き出し長さに比例する電圧である請求項140の装置。

【請求項143】 突き出し信号が突き出し抵抗に比例する電圧である請求項140の装置。

【請求項144】 ワイヤが接合部に向かって進むとき、該ワイヤを溶かすための切換電源を含み、該切換電源が約18KHzよりも大きな周波数で操作される請求項140の装置。

【請求項145】 STT溶接電流を発生させる電源を含む請求項140の装置。

【請求項146】 前記電源がインバータである請求項144の装置。

【請求項147】 回路がソフトウェア・アルゴリズムである請求項142の装置。

【請求項148】 回路がソフトウェア・アルゴリズムである請求項143の装置。

【請求項149】 回路がソフトウェア・アルゴリズムである請求項144の装置。

【請求項150】 回路がソフトウェア・アルゴリズムである請求項145の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電気アーク溶接技術に関し、さらに詳しくは、特に開ルート接合におけるルートパスの間、パイプ溶接に用いられる電気アーク溶接方法およびその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】短絡回路タイプの電気アーク溶接機はリンカーン電気社（オハイオ州）製のSTT溶接機として業界に知られ、米国特許第5,001,326号の背景に一般に開示され、該米国特許は本明細書でSTT溶接機の詳細と、本発明を実施する際に用いられる特徴を説明するために引用されている。本発明は好ましくはインバータである高周波切換電源を用いる。インバータを用いるさまざまな溶接機が使われ得るが、代表的なものは米国特許第5,351,175号にインバータ溶接機として開示されている。

【0003】【従来技術とその課題】リンカーン電気社製STT溶接機はパイプ溶接に使われてきている。パイプ溶接では、前進する溶接の他から熔融金属が、隣接パイプ部の2つの並列端の間にある開ルート接合の溶接パドル内に堆積される。開ルート接合は環路内のパイプのまわりに伸び、この環路は軸偏向によっていくらか変化する。パイプ部間の接合は、互いに離れている一般に平行な壁に終わる壁に収束して、開ルートとして知られる分離ギャップを形成する。パイプ部の端、すなわちプレート間のギャップは、長さが固定されていないので、溶接機が開ルートのまわりに進むとき、さまざまなスパー



(8)

13

スをもつギャップと出合う。米国特許第5, 001, 326号に開示されているように、S T T溶接機は接触ホルダーをもち、それを通して溶接ワイヤが進むので、溶接電流はホルダーを通してワイヤまで導かれ、パイプ部端間に形成された溶接パドル内に流れる。このパドルによってギャップが橋渡しされてパイプ溶接のルートビードを形成する。S T T溶接機は短絡回路波形を作るため、高周波切換電源を用いる。この周波数は電源の動作周波数には関係するが、溶接プロセスの周波数には関係しない。隣接パイプ部によって形成されたプレート端間のギャップは変わるので、電気アーク溶接の第1パスによって形成されたパドルは姿を変える。この変化によりパイプ溶接における公知の問題が生じる。

【0004】米国特許第5, 001, 326号に開示されているように、S T T溶接機として知られた高周波切換電源の目的は、ワイヤが溶接パドルに向かって進むとき、電極端上の溶接金属ボールの体積を均一に保つことにある。この特許は、S T Tの制御システムがいかに該溶融金属ボールを形成する実際のワット数を検出し測定するかを開示している。このワット数は拡張のために定められ、1つの溶接サイクルから次のサイクルまで保たれる。電極からのワイヤが変化するので、溶接電流は溶接の開始時に得られたプリセット基準ワット数に基づいた一定ワット数を保つように調整される。こうして、一定の大きさのボールが各溶接サイクルの間、作られる。S T T溶接機を使うと、電極延長すなわちワイヤ繰り出しにおける変化を補償するために溶接電流が変わらないなら、短絡周波数が変わる。この変化する周波数は電源の切換周波数ではなく、溶接短絡周波数である。電極の延長が減ると、ボールの溶融金属の体積が減り、アーク長さがわずかに減る。これにより、短絡回路間の時間が短くなる。これにより、単位時間毎の短絡回数で決められる短絡周波数が増す。逆に、電極の延長が増すと、電極の加熱が増す。電流の調整がないと、ワイヤ端上の溶融金属の体積は増す。これによりアーク長さがわずかに増し、短絡回路間の時間を長くして、溶接機の短絡周波数を小さくする。この周波数変化は測定パラメータとしては使われてこなかった。

【0005】S T Tはパドル内に浸透させ加熱するマニュアル制御をするためにパイプ溶接に使われるが、第1ビードを用いた接合に置くとき、ギャップ幅の変化に伴う問題を解決していない。米国特許第5, 001, 326号は与えられたボールの大きさを保つのに使われるS T T溶接機を使用している間、電極の延長を測る手続きを教示していない。電極が短絡している間、電極間の電圧降下が測られ記録される。溶接電流の値はこの測定の間、固定される。したがって、測定電圧はワイヤの延長長さに直接比例する。この電圧は数サイクルを通して平均化され、コンデンサのようなメモリに蓄えられる。上記特許では、後続の溶接サイクルの間、この電圧値にピ

14

ーク電流値が積算される。その結果が各サイクルのワット数の測定になる。算出されたワット数はコンデンサのようなメモリに蓄えられ、「基準ワット数」と比較される。この基準ワット数は調整された電極延長に基づいて溶接の開始時に得られる。その後、基準ワット数は瞬間ワット数と比較するために用いられる。制御ソフト・プログラムにより瞬間ワット数が基準ワット数に保持される。この統合制御は、上記特許にあるように、ワイヤ端上の溶融金属の固定体積を維持するために使われる。溶接プロセスの間、それを制御するために電極延長の長さを変えることは教示されていない。単一パスの間に発生する熱を変化させることは教示されていない。ワイヤ溶融部の間、一定ワット数を維持するために、ワイヤの延長が用いられる。S T T溶接機のような高周波切換電源を使うことはよく知られている。しかし、第1パスの間にルートビードを置くとき、電源はパイプ部間のギャップにおける変化に対し自動的に補償できない。ギャップが広いとき、パドルはギャップを通して落下する。ギャップが狭いときは、パドルはギャップを貫かない。こうして、手動による干渉が結果として起こる変化に対し要求される。開ルート接合における初期のビードの間、溶接操作を制御する必要がある。

【0006】リンカーン電気社製のS T T溶接機は、米国特許第5, 001, 326号の図4に示されているような電流カーブを作るため、高周波切換回路によって操作される短絡回路アーク溶接機である。この溶接機は市販品としては成功しているが、定電圧溶接機と同一の性能を有しておらず、溶接パドル温度が電極延長長さを変えることによってのみ制御され得るものではない。このことは、S T T電流カーブを作ることにに対し、溶接機の制限である。したがって、パイプ溶接で重要なパドル温度は、溶接電流をプリセットすることによってS T T溶接機を使うときに調整される。この制限があつてさえ、S T T溶接機は過剰なパドル熱を生じる定電流溶接よりも優れている。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、パイプ溶接のようなプレート溶接の開ルート接合において第1ビードを置くための装置と方法に関するものである。この方法と装置は、好ましくはリンカーン電気社製のS T T溶接機のような高周波切換電源を用いる。本発明は、このような溶接機とパイプ溶接におけるルートビードの使用を参照して記述されるが、本発明はより広く、重いプレートの端とパイプ部の端の間の第1パスのような開ルートパスに対して使われる他の電気アーク溶接機に対しても使われ得る。本発明はまた、開ルート接合の後続のパスの間にも使われ得る。

【0008】本発明によれば、電気アーク溶接機は自動的にギャップの変化を補償する。米国特許第5, 001, 326号に記載されているように、この調整は一定

(9)

15

ワット数を維持しない。この特許は S T T 溶接機として販売されている高周波溶接機とこの溶接中の溶接ワイヤの突き出し (s t i c h o u t) の測定用回路を開示している。この電極突き出し長さを測る能力は市販の S T T では用いられないが、本発明の好ましい実施例にはそれが用いられている。パイプ溶接で初期ルートビードを置くときに生じるギャップの変化は瞬間の電極突き出し長さによって決定され得る。幅の変わるギャップをもつ開ルート接合を溶接するとき、ギャップが広ければ熔融金属パドルにはギャップを通してたわむ。これにより、ワイヤ突き出し長さが増す。この突き出しは該特許に示された回路によって検知される。もちろん、瞬間突き出しを測るためさまざまな高周波電源をもついろいろな回路が使われ得る。ギャップが狭すぎると、最初のルートビードがギャップ内に浸透しない。突き出しが減る。短絡回路法を用いるとき、該特許に示されているような回路によってこの減った突き出しが検知される。こうして本発明は溶接プロセスのプレート間のギャップを決定するため、瞬間突き出しを測定するという概念である。この突き出し測定はパドル熱に必要な変化を決定する。こうして、ギャップが狭いとき溶接電流は増え、ギャップが広いとき減る。突き出し測定を使うことにより、本発明は溶接接合部で溶接の輪郭を描くために用いられる。曲がりくねった溶接プロセスを用いると、ワイヤが接合部から拡開する壁に近づくとき電極突き出し量が増える。こうして突き出しの測定は、溶接ヘッドが開ルート内で横方向に電極を動かすとき、溶接ヘッドの位置に関する情報を提供する。本発明のさらに一般的な定義は、溶接プロセスのパラメータを制御するため溶接プロセスの間測定された突き出しを使用することである。制御されるパラメータは溶接電流または溶接ヘッド方向の 2 つである。

【0009】本発明は特にパイプ溶接に用いることができ、突き出しの測定により開ルートのギャップの変化および／またはルート接合部の中心線に関する電極の位置についての情報が得られる。ルートの開きが増すと、溶接パドルはギャップを通してパイプ内側へ落ちやすい。本発明は電極突き出しの増加を検知することによりこの現象の始まりを検出する。突き出しが増え、溶接電流を減らすことによって溶接パドルの熱を下げる。これは背景電流またはピーク電流、あるいは両電流を下げることによってなされる。こうして、溶接パドル温度は下げられる。これにより、ビード内の熔融金属が固化し、金属がギャップから落ちることを防ぐ。ルートギャップが小さくなると、熔融金属がギャップを通り抜けなくなるので検知された電極突き出しも減る。溶接パドルはギャップの頂に溜まる。こうして突き出しの減少が検知されると、電流が増えて接合部の溶接パドルの熱を増す。より熱いパドルは狭いギャップ内を浸透して、ギャップの全深さに沿ってプレート端の適切な融合を生じる。ル

16

ートパスが置かれた後、本発明の他の面に従って突き出しの測定が継ぎ目追跡に対して用いられる。検知された突き出し情報は、溶接ヘッドを前後に動かす機構によって使われる。溶接ヘッドの外側位置は電極突き出しの減少として検出される。溶接ヘッドが接合部の外側位置に動くと、突き出しは小さい。電極が接合部を横切って動くと、接合部の外側で最短になるような長さ変化をする。電極が接合部の一方の側に達すると、反対側に向かって逆向きに動く。電極突き出しは初め増え、次に減る。突き出し情報を使うことにより、電極あるいは溶接ヘッドの横方向の運動が停止し逆転するとき、信号によって溶接ヘッド機構を制御する。これにより、溶接操作の間、溶接ヘッドの曲がりくねったパターンが発生し、接合部追跡ができる。

【0010】突き出し情報を利用して、本発明の電気アーク溶接機は望ましくないビード輪郭を引きおこすギャップ内の変化を自動検知する。さらに、接合部の収束する側壁あるいは傾斜に関して横方向の電極の外側位置は適切な位置で逆方向に対して検出される。これら 2 つの刻々の機能は突き出しを測定するとすぐ働く。突き出し測定は溶接プロセスが実行されることによって指示される回路によって達成される。米国特許第 5, 001, 326 号に示された短絡回路プロセスにおいて、適切な回路が電極ホルダーと熔融金属の間の突き出しを測ることに対して開示されている。

【0011】本発明は半自動および自動溶接操作の双方に使われる。溶接電力あるいは熱は本発明を用いることによって変えられる。接合部に沿って溶接ヘッドの進行の間、電極突き出しを変えることにより、接合部の選択された位置で熱が変えられる。たとえば、ロボット溶接機によって接合部を溶接する間、その部分の幾何配置がある位置でもっと多くの、あるいはもっと少ない熱が必要とされるものなら、電極突き出しは変化したとき溶接操作の熱を調整する。本発明をこのように用いることは、溶接機の制御温度を変えることを必ずしも要しない。設定は一定のままであるが、所定の突き出し長さは制御のために変えられる。本発明の他の面によれば、突き出しは溶接パスの間、継ぎ目追跡のために使われるので、溶接ヘッドの運動は接合部のパスによって実際に制御される。接合部に沿う 1 パスの溶接ヘッドによって横切る通路は、メモリー内に蓄えられる。ロボット溶接設備の後続の溶接パスは、第 1 パスの間に記憶された通路をなぞる。こうして、後続パスは第 1 ビードの蓄えられた道路に従う。

【0012】本発明の主要な面は開ルート溶接操作において電極突き出しを測定することである。プラズマ部の間、突き出し値が電流を制御する。S T T 溶接サイクルのプラズマ部の間に使われる電流の積分によって制御される。S T T 溶接機において、突き出し測定も短絡周波数によって検知される。この短絡周波数を測ることによ

(10)

17

り、突き出しを表す信号が発生する。このような本発明の他の面は、短絡周波数を測り、溶接電流を変えてほとんど一定の短絡周波数を維持することである。本発明によれば、前進するワイヤから2つの並列なプレート間の開ルート内の溶接パドルに熔融する金属を堆積するための電気アーク溶接装置が提供される。これらのプレートはパイプ部の端部であり、それは本発明の好ましい用例である。接合部は溶接パスを区切り、収束する壁によって形成される。溶接装置はワイヤ出口をもつ接触ホルダーを含む。切換電源は第1ビードの間、ワイヤが出口から開ルートに向かって動くとき、溶接電流をワイヤに導く。本発明の実施例によれば、切換電源は米国特許第5, 001, 326号に開示されているような波形をもつSTT溶接機である。前進するワイヤは接触ホルダーを溶接パドルの間で電極突き出しを区切る。本発明によれば、突き出し長さは検知され、溶接電流は該検知された突き出し長さの関数として調整される。好ましくは、この関数は増加する突き出しと逆関係にあって、減少する電流、あるいはパドルへの熱に終わる。STT溶接機を使うと、電源は短絡回路アーク溶接機で、異なる電流レベルをもち、短絡状態とアーク状態すなわちプラズマ状態の間で変わる。溶接の熱はアーク状態の間制御され、突き出しが短絡状態の間測定される。この好ましい例が米国特許第5, 001, 326号に図示されている。本発明の広範な面は突き出しの測定およびそれを溶接パドルの熱の制御に用いることにある。本発明の代替適用として、突き出しが溶接プロセスの他のパラメータを制御するために使われる。

【0013】本発明の実施例によれば、突き出しは瞬時に測定され、検索表、ROM、RAM、PROM計算や他のアルゴリズムから所定の電流波形を選定するため、マイクロプロセッサ、ソフトウェア・プログラム内で使われる。ROM、RAM、PROM検索表あるいはソフトウェア・アルゴリズムの出力は、次にソフトウェア誤差アンプ内で使われて実際の電流と比較し、検知された突き出しによって指令される所定レベルに溶接電流を調整する。この電流調整により、ピーク電流、背景電流などを変えることによるSTT波形が変化する。本発明の他の面によれば、パイプ部の端すなわちフラットな大きなプレートによって作られるタイプの2つの並列のプレートの間にある開ルート接合部で前進する溶接ワイヤから溶接パドルに熔融金属を堆積するための方法が提供される。開ルートは溶接パス内に伸び、ギャップを区切って離れた一般に平行な壁に終わる収束する壁によって形成される。この方法は、ワイヤがギャップに向かって進むとき、高周波切換電源によって溶接電流をワイヤに導くことを含んでいる。この方法の好ましい実施は、突き出しと電流が逆関係にある関数を含んでいる。突き出しが増すとき、電流は減る。同様にして、突き出しが減るとき、電流は増す。この概念は、パイプ溶接プロセス

18

の第1パスのような開ルート溶接プロセスの接合部に沿うギャップの差を補償するために使われる。

【0014】本発明の他の面によれば、検出された突き出しは、溶接ヘッドの運動を逆転するために使われる。この概念はルートビードが置かれた後に使われる。これを使うと、突き出し長さは溶接ヘッドとして検知されるとき、ワイヤの横断方向が逆転される。この逆転は接合部の反対側でくり返されるので、電極は前後に動く。本発明のこの特徴は、ギャップが増えたり減ったり、あるいは接合部の道路が一定していないとき、きわめて有利である。溶接ヘッドは接合部の実際の道路を追跡する。このような接合部追跡は、溶接ヘッドの横断運動が固定位置で自動的に逆転するときには得られないものである。本発明のさらに別の面によれば、STT電流カーブを作る短絡回路溶接機は突き出しを測定するために変調され、パドル温度を変化させるために溶接電流を調整する。これは重要な変化なので、低熱STT溶接機は単に突き出しを変化させるだけでパドル温度を調整することにより、同様の定電圧アーク溶接機を操作することができる。

【0015】本発明の他の面によれば、溶接装置および方法に用いられる溶接ワイヤはフラックス・コア電極である。したがって、パイプ溶接操作の間、シールドガスは要求されない。これはパイプ溶接が通常行われる遠隔地域で有利である。本発明の主要な目的は、電極の突き出しを検知し、溶接パドルの熱を変化させることに對し電流を調整することにより、開ルートのパドルに導かれる熱を制御するための装置および方法を提供することにある。この目的は、接合部の開ルートにおけるギャップの変化によって表わされる問題を解決する。本発明の他の目的は、特にパイプ溶接操作における第1ルートパスを溶接するとき、開ルート接合部のギャップの変化を自動的に補償する上記装置と方法を提供することにある。

【0016】さらに本発明の他の目的は、接合部の輪郭または道路に関係なく、2つのプレート端部の間の開ルート接合部を追跡することを溶接ヘッドにさせる上記装置と方法を提供することにある。さらに別の本発明の目的は、第1ルートパスの後、溶接パスと同様に、異なる側面と異なるギャップを補償するために容易に実施し得る上記装置と方法を提供することにある。

【0017】さらに他の本発明の目的は、特に高周波切換電源、格別、STT溶接機のパルス波形をもつ電源に適用可能な上記装置および方法を提供することにある。さらに別の本発明の目的は、短絡回路アーク溶接機が単にワイヤ突き出しを変えるだけで、パドル温度を変えられる上記装置と方法を提供することにある。さらに他の本発明の目的は、米国特許第5, 001, 326号に開示されているような短絡回路溶接プロセスを用いる上記装置と方法を提供することにある。これら、および他の

(12)

21

るための配列を含んで図6のような波形を提供する。インバータ100は電動発電機であり得る適当な入力電源をもつが、それは3相ライン電圧102として示されている。このライン電圧はまず直流リンクに整流され、好ましくは図6のようなSTT短絡回路波形である電流波形を作るため、インバータ100は高周波数で切り換える。本発明への付加として、ワイヤ10は図1(C)に示すようなフラックス・コア電極Bである。このような電極は外鞘110と、フラックス成分および／または合金粒子の詰まった中空コア112を有する。遠隔地でパイプ溶接をするためフラックス・コア電極を用いることにより、シールドガスを使う必要がなくなる。これは世界の遠隔地域で効果がある。

【0023】本発明は、(a) 突き出し長さ $a$ を測定し、(b) この測定効果を使ってパイプ溶接操作のルートバス内の熱を制御する概念に関するものである。後述するように、突き出し $a$ の測定も、側壁用のスペースを熔融金属で埋めるとき、接合部の発散する側壁間で溶接ヘッドを前後に動かすことに対して適用できる。図2は、米国特許第5,001,326号の図2に似た回路で、オペレータによる5.0秒間の操作開始の間に突き出し $a$ を測定し、その値に基づいて溶接機を調整(校正)するためのソフトウェア・プログラムあるいは実際に配線された回路である。この目的を達成するため、突き出し測定回路120がライン122に電圧を発生するために用いられる。この電圧は直流溶接サイクルの間、突き出しを表す。この実施例に使われるプロセスは図6の電圧・電流で示されるSTTサイクルである。これらのカーブは図1(B)のインバータを用いるSTT溶接機によって発生される。アーク電圧 $V_a$ は入力124でモニターされ、図5~6に示すような時刻 $T_2$ での破線点電流の後直ちに、ソフトウェア・スイッチ128の動作によって抵抗126を通してコンデンサ130を充電するのに使われる。実際には、破断点後の遅れは約100 $\mu$ sである。スイッチ128は溶接サイクルの短絡回路状態の間、時刻 $T_3$ と $T_4$ の間、閉じられる。スイッチ128は500 $\mu$ sよりも短い時間、好ましくは約300 $\mu$ s閉じられる。このスイッチを閉じるとすぐ、コンデンサ130が充電されてライン122に電圧を発生する。この電圧は短い電圧スパイクの平均値を表す。これらの電圧スパイクはワイヤ10が熔融金属パドル12に短絡するとき生じる。したがって、コンデンサ130の電圧は、電流が同一の大きさであるサイクルからサイクルまでの間測られるので、突き出しに比例する。こうして、電圧 $V_{SQ}$ は突き出し $a$ を表す。もちろん、他の溶接サイクルが使われるなら、特定タイプの溶接操作が行われるさまざまな回路によって突き出し電圧が測られ得る。

【0024】図1(A)の電流制御回路32はライン122の電圧に直接反応し得るが、その電圧は突き出し長

22

さによってばかりでなく、ワイヤ直径、ワイヤ成分、ワイヤ抵抗およびシールドガスのような他のパラメータによってでも制御される。こうして、本適用における突き出しは長さである。しかし、本発明でモニターされ、使われる突き出しは他の制御パラメータも有している。ある溶接ワイヤを使う1つの溶接機に対するライン122の電圧は、別の溶接操作における図1の突き出し長さに対する電圧と異なり得る。突き出しは変数によって検知でき、ある特定の溶接操作の間、代表的な突き出しと、長さ成分をもつ変数を示す電圧を測定するという一般的な概念として本発明に用いられる。これら必要な変数のため、図に示すような回路が時どき使われる。この回路は、一般に長さを検知するライン122の電圧値を読み出すばかりでなく、ライン132でプラズマ・ブーストの間、実際のアーク電流 $I_a$ も読み取る。こうして、変数は制御信号内に取り込まれる。ライン122と132の電圧は乗算回路134の入力に導かれ、回路134は実際は、溶接サイクルのある選ばれた時刻に測られた突き出し電圧とアーク電流の積の平均である出力136をもつソフトウェア乗算器である。こうして、ライン136の電圧は拡張ワット数であり、溶接プロセスの変数を考慮している。

【0025】図2の回路は、電力ブースト・パルスの間、ピーク電流 $I_M$ を制御するのに使われる。ある特定の溶接プロセスの間に使われる所定溶接電流の制御回路32を教えるため、開始回路140が使われ、ここでソフトウェア・スイッチ142が溶接サイクルの開始時に普通約5.0秒間だけ閉じられる。ライン136の拡張ワット数電圧はその開始時に抵抗144を通してコンデンサ150を充電し、制御回路32に全プロセスに対する所定突き出しを教える。回数140もソフトウェア・スイッチ146を含み、これはプラズマ・ブースト・パルスの間( $T_6 \sim T_7$ )閉じている。回路140を使うことにより、コンデンサ150は溶接プロセスの開始時に調整された突き出しに対するプラズマ・ブースト・ワット数を示す電圧まで充電される。サンプル・ホールド回路152は、誤差アンプ160の入力に導かれるライン154のコンデンサ150に渡る電圧を保持する。誤差アンプ160はライン154の基準ワット数とライン136の実際のワット数に比例する誤差信号をライン160aに発生する。この誤差信号はスイッチ162によってプラズマ・ブースト・パルスの間、ピーク電流 $I_M$ のみを制御するために使われる。開始の間、スイッチ162は開いている。その後、ライン160aの信号は、プラズマ・ブースト・パルスの間、スイッチ162が閉じているとき、制御回路32の入力32aである。ライン160aの信号は入力32aに導かれるので、ライン136の電圧変化は制御回路32の電流を調整して時間 $T_6 \sim T_7$ の間、ワイヤ10とパドル12の間の電流を変える。他の時刻へは、制御回路32は図6のSTTカ

(13)

23

ープ用の設定に従う。回路140を用いることにより、制御回路32は溶接操作の開始時に調整される。従って、全積分電流、最大電流、ピーク電流あるいは背景電流のうちいずれか一つ望まれるように、突き出しがモニターされて溶接電流を調整する。

【0026】本発明によれば、ライン122の電圧は突き出しを表す。この電圧は本発明において、突き出し電圧 $V_{S0}$ の大きさに基づく所定レベルに溶接電流を移させる。この概念を表す基本回路は図3に示され、これは図1のライン32aの制御回路32に入力するためライン122に電圧を作る図2の入力部分である。測られて突き出しは、溶接電流、少なくともその一部を制御して、開ルートパスの間、溶接パドルの熱を調整する。前述したように、ライン122の電圧は実施されている特定の溶接プロセスにおいて変数の中に取り込まれないので、本発明の1つの面によれば、ライン122の電圧はアーク電流を結合される。これは図2に示されている。実際は、これらの値を統合するための回路は図4に示されている。除算回路180はソフトウェア回路であるが、ハード結線回路でもよい。図5に示すように、このアーク電流は電圧が測定されているときに発生する瞬間アーク電流である。

【0027】したがって、ライン182の電圧はSTT波形の $T_3 \sim T_4$ 時間における短絡回路電流によって除算される突き出し電圧を表している。ライン182の電圧は突き出し抵抗で、このパラメータは溶接プロセスの制御に対しより精度が高い。突き出し抵抗 $R_{S0}$ は、突き出し電圧 $V_{S0}$ が使われたと同様にして、制御回路32によって使われる。両者において、ライン122またはライン182の信号は突き出しaを表している。本明細書を通して、突き出しは突き出し電圧あるいは突き出し抵抗を意味している。これらの術語は、本発明の実施において交換可能に使われる。制御回路32は突き出し電圧のための第1入力32aと突き出し抵抗のための第2入力32bを有する。それを保証するため、ライン32bの電圧( $R_{S0}$ )は突き出し電圧の測定に用いられたと同様の電流を用い、スイッチ128は図4(A)のコンデンサ184を充電するために用いられる。回路180に導かれる電圧と電流は、短絡回路状態で破断点の後直ちに500 $\mu$ sよりも短い時間、好ましくは数300 $\mu$ sの間に測られる。図4(B)は図4(A)の1変形で、除算回路180aはアーク電圧 $V_a$ をアーク電流 $I_a$ によって除算し、 $T_1 \sim T_8$ 時間のアーク状態の間読み取られる。これによりライン182aでコンデンサ184aにかかる電圧として突き出し抵抗が得られる。

【0028】突き出し電圧の測定は、行われる溶接プロセスおよび $V_{S0}$ や $V_{S0}$ のような突き出しを表す信号を得るためのパラメータによって示される。本発明の実施例ではSTTアーク溶接機を用いるので、米国特許第5,001,326号の突き出し測定回路が実施例に採用さ

24

れている。この回路は図5~7を用いて説明される。STT溶接機に対する電流と電圧のカーブは図6が示され、溶接サイクルは時刻 $T_0$ と $T_g$ の間に伸びている。時刻 $T_g$ で溶接サイクルはくり返される。時刻 $T_0$ で、電圧 $V_a$ は前進するワイヤの先端の熔融金属ボールと溶接接合部にすでに置かれている熔融金属パドル12の間の短絡回路を示す低い値に移る。時刻 $T_1$ まで、電流は低く保たれる。その後、電流はピンチパルス200で示されるように制御され、その結果電圧パルス202のようになる。時刻 $T_2$ で生じる破断点204で、電流は急峻な上昇からより緩やかな傾きのピンチパルスの後半に移る。破断点204の電流は一定値である。スイッチ128は時刻 $T_3$ と $T_4$ の間で閉じる。時刻 $T_3$ は時刻 $T_2$ よりも約100 $\mu$ s遅れている。これにより破断点204の近くで比較的狭い幅の電圧パルス210が生じる。こうして、電圧パルス210が生じるとき、溶接電流は常に同一レベルにある。

【0029】不良回路74が溶融が差し迫っていることを示すと、ピンチパルス200は時刻 $T_5$ で背景電流レベルに移る。これは、図1(A)の波形回路30によってプラズマ・ブーストパルス212が生じるとき、時刻 $T_6$ まで保たれる。このパルスは最大電流をもち、次いで214部分のテール・アウト電流となる。垂直線はスイッチ50からの高速パルスを表している。プラズマ・ブーストパルス212のテール・アウトは時刻 $T_8$ に終わる。その後、背景電流に保たれて、時刻 $T_g$ で短絡回路が生じるまで熔融金属ボールを液状に保つ。これは時刻 $T_0$ で始まったサイクルと同じ短絡回路状態である。次の溶接サイクルはこうして時刻 $T_g$ に始められる。溶接操作で生じる熱は、時刻 $T_6$ と $T_g$ の間の電流カーブを積分することによって決まる。この熱はブーストパルス212のピーク(最大)電流や、時刻 $T_8$ と $T_g$ の間の背景電流レベルを変えることによって制御し得る。最大電流 $I_M$ あるいは背景電流 $I_B$ を調整することにより、パドル12の熱は変えられて熔融金属の粘度を調整する。ピンチパルス200と202は、電圧スパイク210とともに図5に示されている。これらのスパイクを集積することにより、突き出し電圧 $V_{S0}$ が本発明で使われるために作られる。前述したように、突き出し電圧 $V_{S0}$ はアーク電流 $I_a$ で割られて、突き出し抵抗 $R_{S0}$ を生じる。突き出し抵抗は図5でパルス220として示されている。パルス220は集積されて本発明で使われる瞬時突き出し抵抗となる。突き出し電圧と突き出し抵抗はともに、溶接プロセスの間の突き出し長さを示す。これらは本発明で、特にルートパスの間、パドル内の熱を制御するのに使われる。これらの値は2つの隣り合うプレート間の接合部を埋める間、溶接ビードの振動を制御するために使われる。電流が時刻 $T_3$ と $T_4$ の間で一定とすると、これは一般にその通りであるが、電圧スパイク210a, 210b, 210cは図7の例I, II, III

(14)

25

の異なる突き出し長さ $m$ ,  $n$ ,  $o$ をそれぞれ表す。図7に対応する電圧スパイクは突き出しパラメータとして使われる。

【0030】本発明によれば、ライン122の突き出し電圧 $V_{S0}$ は電流制御回路32の入力32aに導かれる。この回路を図8に示す。ライン32aの突き出し電圧は検索表、ROM、PROMあるいは他のメモリ・デバイス250の入力に導かれる。このデバイスは入力

の突き出し電圧と相関する所定電流252を出力する。出力254は測られた突き出し電圧 $V_{S0}$ に基づく所定電流を表す。本発明の実施例にライン132のアー

ク電流はライン32cの回路32に導かれる。回路32で、アー

ク電流は時刻 $T_0$ と $T_g$ の間積分器260のよって積分される。これにより溶接機の実際の交流が得られる。したがって、ライン264の電圧は誤差アンプ270への一方の入力である実際の電流を表す。もう一方の入力はライン254の所定電流である。アンプ270の出力272は回路32の出力32dである。ライン32dの電圧は後続の溶接サイクルの間、実際の電流を制御する。こうして、突き出しが増すとき、パドル12の熱は下がる。この逆関係は検索表250内にプログラムされている。波形回路30は所定電流レベルを使って図6に示す波形を形成し、実際の積分電流を所定値に向かって移す。電流調整回路272はその中にプログラムされた所定システムに従って、最大電流 $I_M$ 、背景電流 $I_B$ あるいはこの双方を変える。実施例では、背景電流 $I_B$ はパドル12内の所定熱を保つために調整される。

【0031】図9～12は突き出し電圧 $V_{S0}$ あるいは突き出し抵抗 $R_{S0}$ によって表されるような突き出し長さによって電気アーク溶接機を制御するための本発明の実施例の変形例である。これらのソフトウェア図は概略的に示され、さまざまなソフトウェア技術によって実行される。図9は関数発生器280がプログラムされた検索表250の代りに用いられる電流制御回路30'を示す。この関数発生器はアナログあるいはデジタルのデバイスで、突き出し電圧 $V_{S0}$ が突き出し抵抗 $R_{S0}$ である入力をもつ。その出力はステージ回路282の所定電流である。そのレベルは出力286をもつステージ284によって示されるような溶接電流を制御する。この出力値は図1(A)の波形回路30のようなアーク溶接機の制御器に導かれる。同様に、図10は電流調整ステージ294を制御するためステージ292で所定電流を生じるようにプログラムされた検索表290を使う制御回路30''を示す。出力ライン296の信号は溶接機の制御器に導かれる。図9～10はともに、突き出し電圧・抵抗のいずれかが溶接機を直接制御するものとして使われ得ることを示している。実際の電流をフィードバックすることはしない。これらの実施例は開ループ制御で、電流は関数発生器280または検索表290の出力によって決まる絶対値である。実際には図8の開ループシステム

26

が用いられる。図8～10のシステムはマイクロプロセッサ内のソフトウェアによって実行されるが、アナログ回路によっても実行され得る。

【0032】突き出し抵抗はさらに情報を含み、突き出しを表すより高精度のパラメータである。したがって、図11～12の溶接機制御システムは突き出し抵抗 $R_\Omega$ を突き出しの測定として用いる。図11で、回路300はリアルタイムで変わる突き出し抵抗である入力182をもつ検索表302を有する。この表は電極組成・大きさ、シールドガスなどの変数のようなさまざまなパラメータによって変更される。これらの変数によって表302を表記付加的なパラメータに対して調整する。プログラムされた検索表からのこれらすべてのパラメータの出力はステージ304での突き出しである。本発明によればステージ304からの突き出し信号はデジタルであることが好ましく、溶接機Wの制御器306に導かれる。こうして、制御器に対する変数は突き出し抵抗である。図12の回路310はライン182の突き出し抵抗値に従う。この値はプログラムされた検索表に導かれ、この表は図12のパラメータによってインデックスされ、ステージ314で突き出し信号を発生する。この信号の大きさは制御器316に導かれる。制御器316はまた電流、電圧、時間、電極シールドガスおよびワイヤ供給速度のような入力を含む。これらすべてのパラメータが溶接機Wによって行われる溶接プロセスを制御するために使われる。図12のように、回路310はワイヤ突き出しを表すパラメータによって制御器316を調整する。これら2つの例において、パラメータは突き出し抵抗 $R_{S0}$ である。もちろん、パラメータは突き出し電極 $V_{S0}$ でもよい。

【0033】本発明は開ルートのパドル内の熱を調整するため溶接電流を制御するように突き出し電圧 $V_{S0}$ あるいは突き出し抵抗 $R_{S0}$ で表される突き出し長さを用いる。本発明の効果は離れたプレートP1とP2の間にある接合部Jを示す図13(A), 13(B), 14(A), 14(B)において示される。実際には、パイプ部分の隣接端部が接合部Jを形成する。接合部Jは、その開ルートであるギャップ $g$ を区切る一般に垂直な壁330, 332に終わる急峻壁320, 322を含む。接合部はルートで第1パスで溶接されているので、ギャップ $g$ の大きさの変化は自動溶接機によってルートビードを置くことに影響する。

【0034】本発明はギャップ $g$ の大きさに従って溶融パドルすなわちビード340内の熱を制御する。図13(A), 13(B)でギャップ $g$ は比較的狭い。したがって、パドル340はギャップ内に浸透していない。この問題を図13(A)に示す。こうして、パドルはギャップ上部に集積して高さを増す。これにより、ホルダー14の端とパドル340の頂との間の突き出しSOが減る。したがって、壁320, 322の間の接合は不十分

(15)

27

である。本発明によれば、突き出しSOは突き出し電圧または抵抗として測られ、検索表、ROMや他の関数発生器が逆関係に対応する信号を発生する。測られた突き出しが短ければ短いほど、溶接電流は多くなり、その逆も成り立つ。溶接電流を増やすことにより、パドル340はギャップg内に浸透し、図13(B)のように壁330、332間にあるプレートP1とP2を接合する。こうして、ギャップが小さいとき、パドルの熱は増して金属粘度を下げ、ルートパスの間、より浸透しやすくする。同様に、ギャップgが図14(A)のように広すぎるときには、熔融金属パドル340はギャップを通してパイプ内側に落ちる。ギャップが増すと、突き出しも増える。本発明によれば、突き出しとパドル内の熱との間に逆関係が存在するので、溶接電流は減って図14

(B)のようなパドル形状を作る。図13、14に示したように、本発明はパドル12に適切な熱を発生させるため所定の溶接電流を保ち、プレート間の間隔の変化を補償する。これは開ルート接合部のビードに対する溶接プロセスとして極めて有利である。本発明は特に、STT溶接機を使って得られる短絡回路溶接プロセスを用いるとき、このようにギャップの差異を補償する。もちろん、本発明は他の電気アーク溶接機を用いても実施でき、突き出しを測ってその値に基づいて電流が逆関係を制御される。

【0035】本発明は特にルートビードを接合部J内に置くことに適用できるが、元のルートパスの上で接合部Jを埋める後続のパスに対しても適用できる。ルートパスの間、溶接ヘッド機構がギャップgの上の単一位置に保たれる。後続のパスで、溶接ヘッドはホルダー14を曲がりくねったパターンに前後に横切って動かす。この動きを図15に示し、溶接ビード400は上部熔融金属パドル402を含んでいる。溶接ヘッドは矢印410のように前後に動いて接合部Jに金属を置き、図15のようにプレートP1とP2を接合する。ホルダー14が前後に動くとき、突き出しSOは壁320、322の外端で小さくなり、中心に向かって大きくなる。こうして、突き出しは低い値から高い値へと移り、溶接ビードが接合部Jを横切って動くとき、低い値にもどる。本発明は突き出しを測ることによって溶接機を制御するので、溶接ヘッドを前後に動かす機構の改良としても使用される。

【0036】図17に従来技術を示す。プレートP1とP2は、固定溶接路内に正確に位置して固定ルートギャップをもつ接合部Jを有すると仮定されている。ヘッドは矢印420のように位置AとBの間を前後に振動する。接合部Jが正規の通路と整列しギャップが同一幅を保つと仮定すると、手動の介入なしに適切な溶接が遂行される。この従来技術の概念を図18にも示す。図18の一番上の図は良好な結果を生む適正配置の接合部を示している。ギャップが広がると、位置AとBの間の溶接

28

ヘッドの動きは良質の溶接を含まない。所定の接合を行うため、手動の介入が必要である。図18の2番目、3番目のように、ギャップが広がりすぎると、この問題は重大である。本発明によれば、図15のように溶接ヘッドが動くので、突き出しが測られ、図16のように溶接ヘッドの駆動操作が変更される。ホルダー14として示される溶接ヘッドはモータM回路440は突き出しが予め選定された長さXに達したとき、モータMの交差方向を逆転する。スイッチ442は突き出しを示す電圧を比較器450の一方の入力に導く。他方の入力は所定の突き出し長さXを表す電圧に調整されている。出力452は突き出しが長さXに達したとき、論理を変える。これにより逆転スイッチ454を入れ、ライン456に逆転信号の指示を与える。モータMの方向が逆転し、溶接ヘッドの動きが逆方向に変わる。ヘッドは接合部Jに沿って動いて曲がりくねったパターンを作る。方向が変わったとき、ライン460aの信号により方向制御462が活性化してライン462aの論理を変える。こうして、溶接ヘッドが方向を逆転すると、回路462はXに等しい突き出し長さの新しい方向を待っている逆転スイッチ454をリセットする。スイッチ442を閉じることにより、溶接ヘッドは接合部Jに沿って前後に動く。もちろん、溶接ビードが後続の溶接パスによって成長するときXが変化するので、逆転点間により大きな距離が生じる。

【0037】溶接ヘッドが前後に動く間、該ヘッドの異なる交差位置で熱量が増えたり減ったりすることが望ましい。接合部Jの外端でより大きな熱が、また接合部の中心でより小さな熱が必要である。この目的を達成するため、図16の回路は2つの付加的な制御ブランチを含む。ブランチ460において、スイッチ462は比較器470によってライン464の信号と突き出し信号を比較する。突き出し電圧がYで示すレベルよりも大きいとき、比較器470の出力472に信号が現れる。これにより、増加電流制御474を通して電流を徐々に減らすことにより入力熱の増加を抑え始め、溶接プロセスの電流を調整するため信号476を与える。同様に、ブランチ480はライン484の値と比較して比較器490を制御するスイッチ482を閉じることにより活性化され、突き出しがZよりも小さいときライン492に出力信号が生じる。こうして、溶接ヘッドが端により近く動くとき、ライン496の信号電流を増す増加電流制御回路494によって熱が増える。ブランチ460、480を使うことにより、ルートパスの後のパスにおいて生じる熱は突き出しによって制御される。突き出しは溶接ヘッドが端近くに動くとき減る。こうして、熱は増す。溶接ヘッドが溶接部の中心に向かって動くとき、熱は下がる。本発明のこの面により熱を制御するが、図1～14に示した開ルート溶接操作ルートパスを制御するために用いられない。方向逆転回路440を使うことにより、



(16)

29

溶接ヘッドは、通路が図19のように曲がっているときでさえ道路Pを追って動く。そのとき、接合部Jの特定の外側位置に達すると直ちに方向を逆転する。この逆転は図17, 18のような固定点では起こらない。こうして、本発明は開ルートがない所でさえ、継ぎ目追跡用に使われ得る。プレートP1とP2の間の急峻側は逆転点を区切るために使われる。

【0038】図20は本発明の動作特性を示す。カーブ500は部分502まで、約2.0Vの突き出し電圧をもつ。次いで突き出し電圧は約0.75Vに移る。このカーブは本発明の動作を表す。溶接ヘッドは第1の高さをもつ溶接パドル500aに沿って動き、次に第2の高さ、すなわち第1の高さよりも1/4インチ(0.635cm)高いパドル504aのあるエリア502aに達する。パドル高さにおけるこの変化が起きると、突き出しは大幅に減り、それに対応して突き出し電圧も減る。この減った電圧はルートパスに使われて電圧が減るとき電流を増す。この逆関数は線形であることが好ましいが、所定の効果を得るため曲線であり得る。他のグラフを図21に示す。カーブ510は溶接ヘッドが接合部Jの壁320, 322間と前後に動くとその突き出し電圧を示している。突き出しが減ると、値Xで示す低い突き出しに達する。これにより、点512で逆転が生じる。接合部が熔融金属で十分に埋められていないとすると突き出しは高レベル514に達する。カーブ510は本発明の実施例を表し、突き出しは接合部Jの道路Pに沿って進むとき、溶接ヘッドの方向を逆転するために使われる。本発明は後続のパスの間、接合部Jを追跡し埋めるために使われる。

【0039】第3のグラフを図22に示す。カーブ520は図16の3つのスイッチ442, 462, 482がすべて閉じたときに生じる。溶接ヘッドが接合部Jに沿って前後に動くとき、突き出し電圧は方向逆転点Xまで減る。突き出し電圧は図21のように徐々に増え、減る。突き出し電圧が点522でレベルZに達すると、パドル熱は溶接電流を増すことによって増え始める。これはカーブ520のエリア526に生じる。同様に、突き出しは点530でレベルYに達する。突き出し電圧が点530の辺で増す傾向にある限り、溶接電流は減って、パドル熱を下げる。エリア534は突き出しが点532でレベルY以下に減るまで続くアクションを表す。こうして、パドル温度制御は後続の溶接パスの間、使われる。しかし、本発明の基本的な効果は図13, 14に示されて説明されている。

【0040】図6のサイクルをもつSTT溶接機の短絡周波数は突き出しの関数であることが分かった。時刻T0で短絡を記録することにより、短絡周波数を測定することによって、突き出しが決定され、本発明の実施が用いられる。この概念を図23に示す。ライン600のバルスは図6のSTTカーブの各短絡回路で作られるバル

30

スである。電圧変換器602への周波数はSTTの短絡周波数に基づくライン604の電圧を生じる。突き出し長さを表すこの電圧は、本明細書で用いられる突き出しである。これは溶接電流を制御するために使われる。この実施例で、実際の周波数 $f_a$ は、ポテンシオメータ612で調整されるライン610の参照周波数 $f_r$ と比較される。誤差アンプ620は電流630を制御するためライン622、誤差信号を発生して、ポテンシオメータ612で設定される所定レベルに電流を調整する。これは図13, 14に示すように動作する。STT溶接機で短絡周波数を使うことは本発明において用いるため、突き出しの測定をするための他の回路の概念である。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(A)は本発明を実施する際に用いられる電源のブロック回路図であり、1(B)は高周波切換電源がインバータである本発明の1実施例よりなるブロック図、1(C)は本発明の1実施例で用いられるフラックス・コア電極の概略図である。

【図2】図2はパドル熱調整用信号を発生するための回路図である。

【図3】図3は実際の電極突き出しを表す電圧信号を発生するための回路図である。

【図4】図4(A)は図3の信号を突き出し抵抗を表す電圧信号に変換するための回路図、4(B)は図4の1変形である回路図である。

【図5】図5は図3, 4の回路の動作を説明するための一連の電流・電圧・抵抗波形図である。

【図6】図6は図1のダウンチョップ(DC)電源による1サイクルの電流・電圧波形図である。

【図7】図7は図3の回路で発生する電圧信号の差を示す電圧波形図である。

【図8】図8はマイクロプロセッサに使われるソフトウェア・プログラムを示すブロック回路図である。

【図9】図9は本発明の実施例1の1変形に使われるソフトウェア・プログラムを示すブロック回路図である。

【図10】図10はさらに別の変形を示すブロック回路図である。

【図11】図11は図4の回路で作られる信号を用いるための回路とソフトウェア・プログラムを示すブロック回路図である。

【図12】図12は図11のタイプの制御回路とソフトウェア・プログラムを示すブロック回路図である。

【図13】図13(A), 13(B)は接合部のギャップが比較的狭い場合の溶接動作を説明する図である。

【図14】図14(A), 14(B)は接合部のギャップが比較的広い場合の溶接動作を説明する図である。

【図15】図15は図3または図4の回路で作られた信号が、図13, 14の接合部で後続のビードを置くと、溶接ヘッドの側面運動を制御するために使われる本発明の第2の面を説明するための図である。



(17)

31

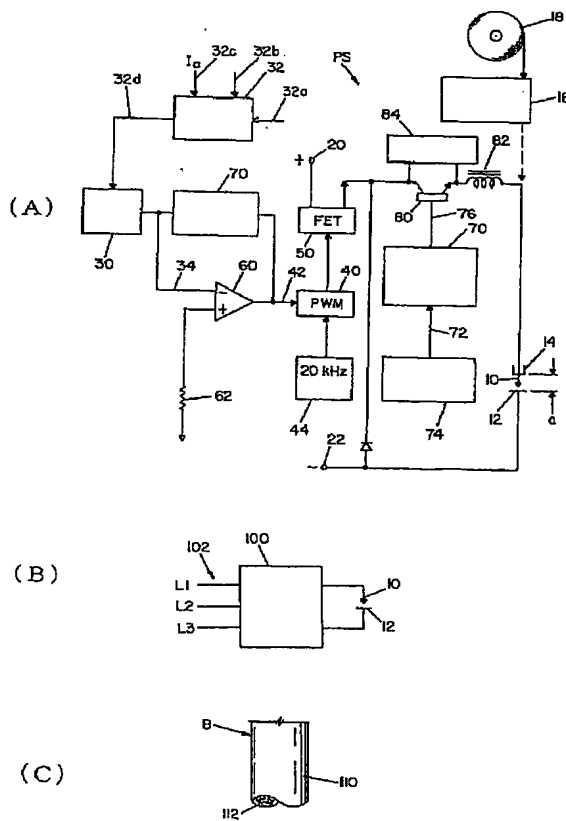
【図16】図16は図15の本発明の第2の面を実施するための回路および/またはソフトウェア・プログラムのブロック回路図である。

【図17】図17は従来技術の溶接ヘッド制御機構をもつ開ルート接合部の断面図である。

【図18】図18は従来技術の問題点を説明するための図17のような断面図である。

【図19】図19は曲った道路Pをもつ開ルート接合部の部分上面図である。

【図1】



32

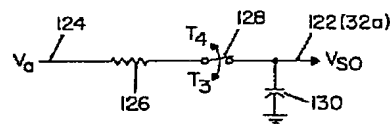
【図20】図20は図3の回路で作られる信号の変化を説明するための電圧波形図である。

【図21】図21は図15, 16で説明される概念を用いる本発明の動作を示す電圧波形図である。

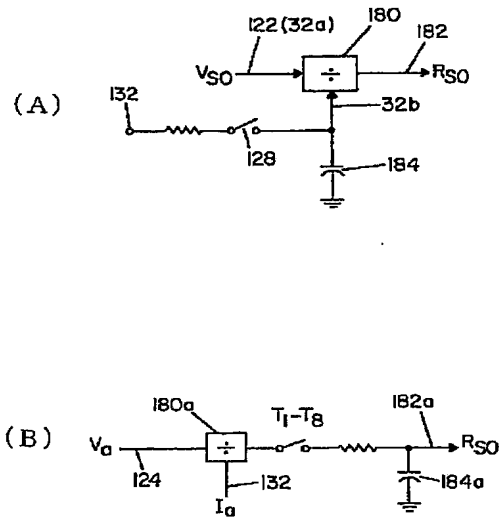
【図22】図22は図16の回路をフルに用いる図21と類似した電圧波形図である。

【図23】図23は図3と異なる構成を用いる、突き出しを表す信号を処理するための回路図である。

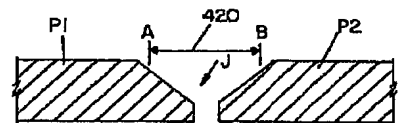
【図3】



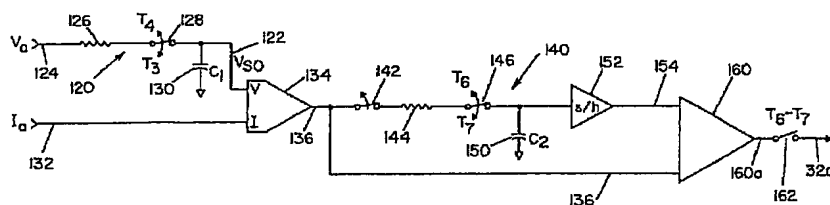
【図4】



【図17】

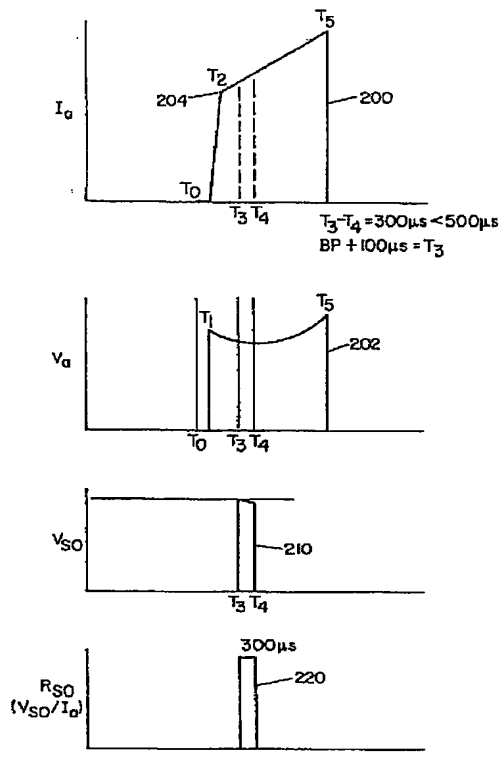


【図2】

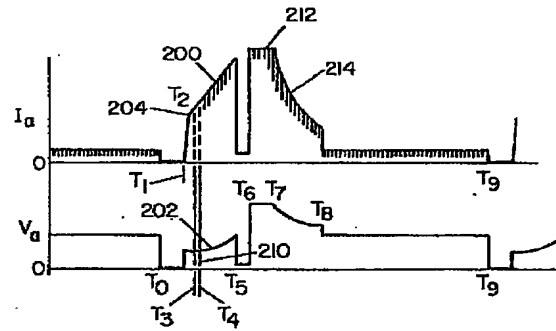


(18)

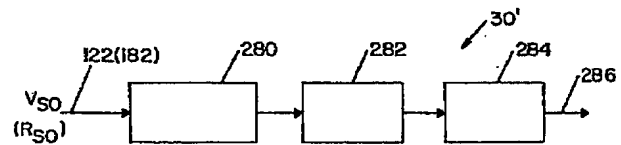
【図5】



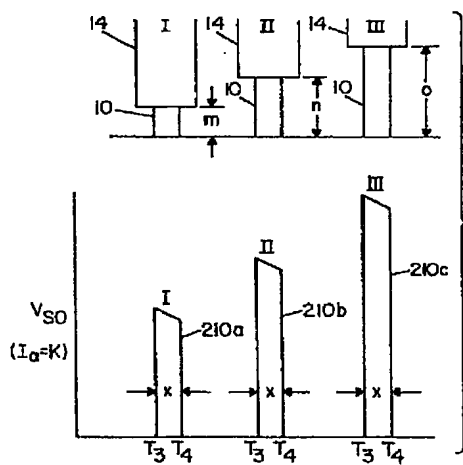
【図6】



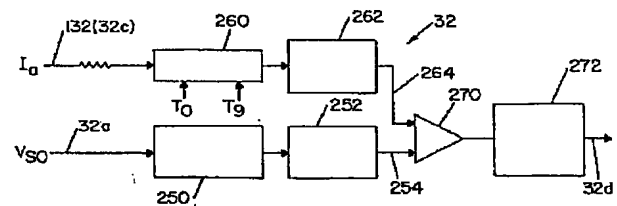
【図9】



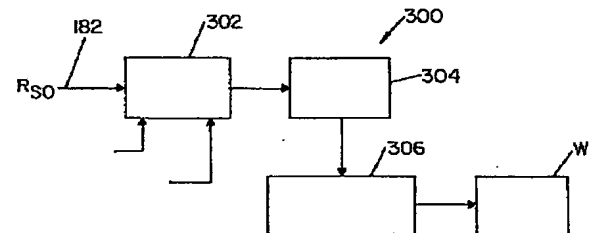
【図7】



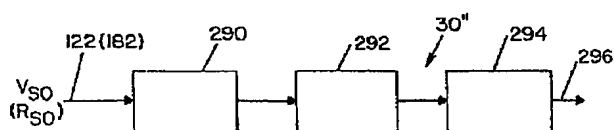
【図8】



【図11】

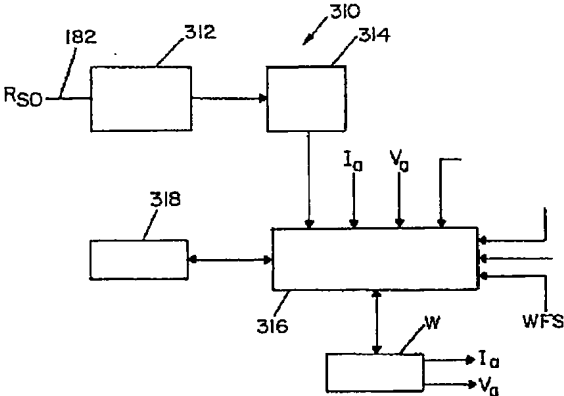


【図10】

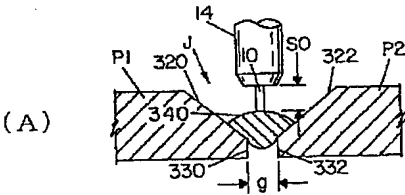


(19)

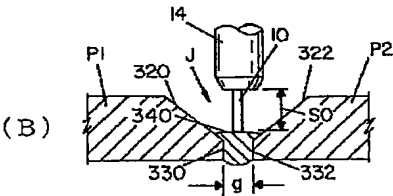
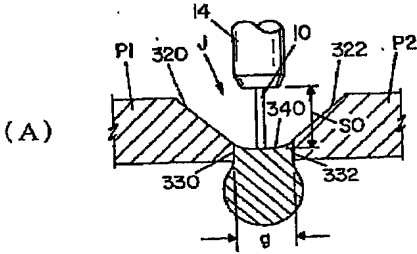
【図12】



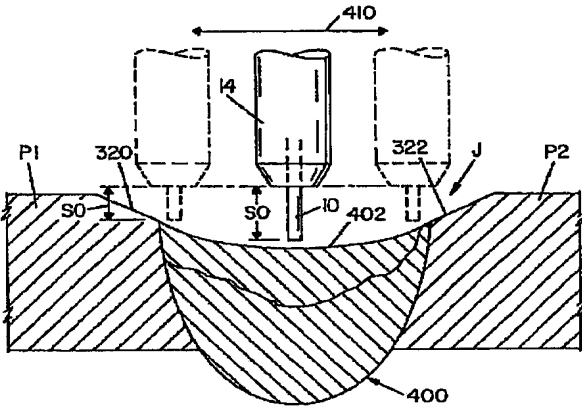
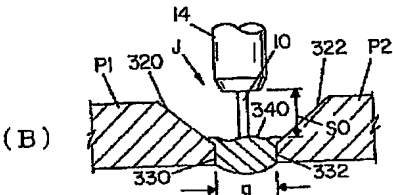
【図13】



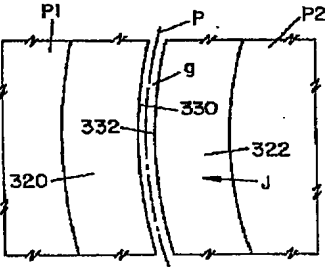
【図14】



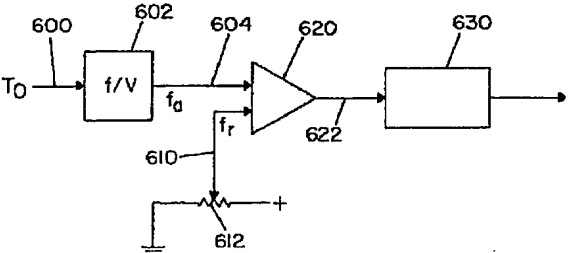
【図15】



【図19】

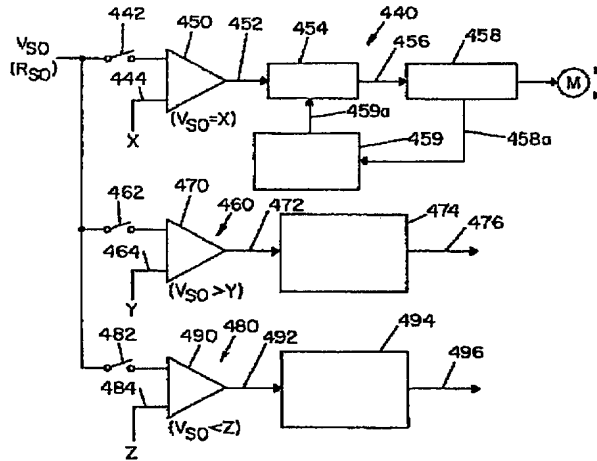


【図23】

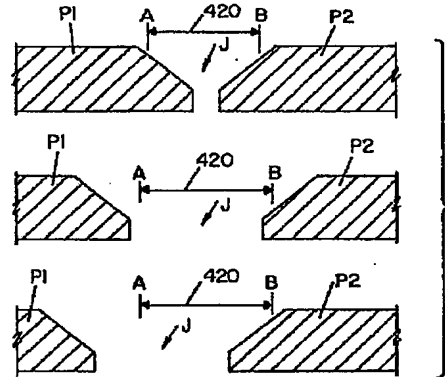


(20)

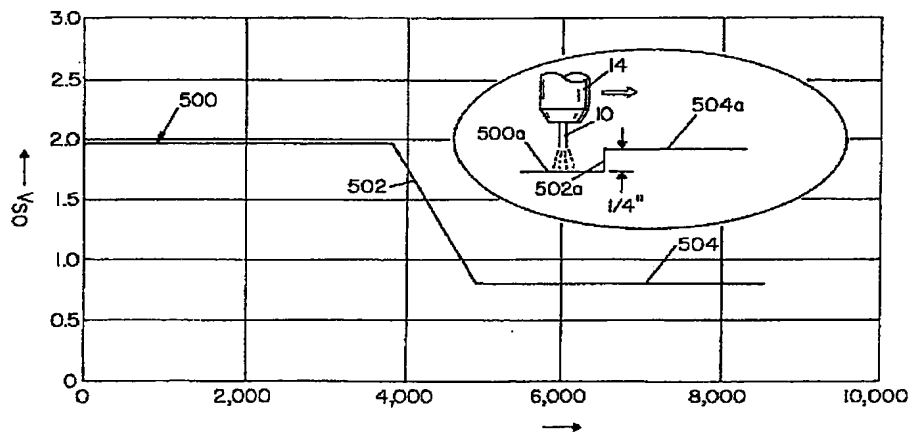
【図16】



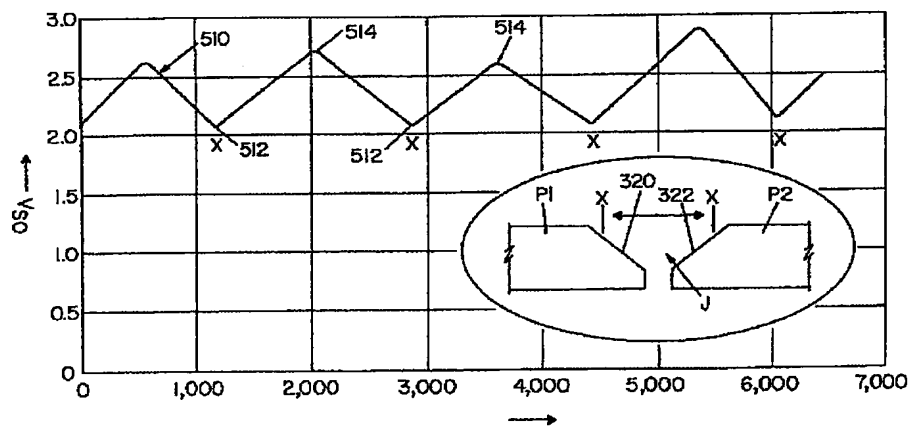
【図18】



【図20】

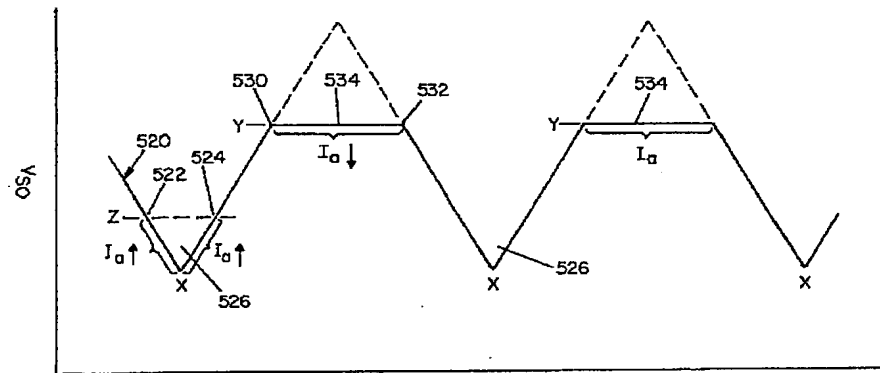


【図21】



(21)

【図22】



フロントページの続き

(72) 発明者 クリスファー フス  
アメリカ合衆国オハイオ州 44060 メン  
トア マンション プールバード 8510

(72) 発明者 ピーター ニコルソン  
アメリカ合衆国オハイオ州 44067 サガ  
モア キャニオンビュー ロード 935  
アパートメント 20